

# ANALISIS EFISIENSI PADA SISTEM OVEN DENGAN SIMULATOR RADIASI MATAHARI

## *EFFICIENCY ANALYSIS OF OVEN SYSTEMS WITH SUN RADIATION SIMULATOR*

Narulita Andriyani<sup>1</sup>, Tri Ayodha Ajiwiguna, S.T.,M.Eng.

Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[narulitaandriyani@gmail.com](mailto:narulitaandriyani@gmail.com), <sup>2</sup>[tri.ayodha@gmail.com](mailto:tri.ayodha@gmail.com)

### Abstrak

Pada penelitian ini memanfaatkan radiasi termal matahari dikarenakan objek yang ditinjau adalah panas, sehingga suhu yang dihasilkan maksimal. Akan tetapi penggunaan sinar matahari secara langsung tidak memungkinkan, dikarenakan perubahan cuaca sangat fluktuatif oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat simulator radiasi matahari sebagai pengganti radiasi matahari secara langsung. *Sun oven* ini terbuat dari *stainless steel*, *styrofoam*, aluminium dan kaca. Data yang diambil berupa suhu air, suhu dalam oven, suhu lingkungan, suhu atas kaca, dan intensitas dengan 4 perlakuan oven yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan radiasi termal matahari sebagai sumber energi panas dengan menganalisis pengaruh intensitas terhadap suhu air dan suhu dalam oven serta nilai efisiensi pada air. Semakin besar intensitas yang diberikan maka suhu air dan suhu dalam oven akan semakin besar. Oven yang memakai kaca dan *styrofoam* menghasilkan suhu air dan suhu dalam oven yang lebih besar dibandingkan dengan ketiga perlakuan oven lainnya, karena pemakaian kaca akan memerangkap suhu yang ada dalam oven dan pemakaian *styrofoam* akan menahan panas yang ada dalam oven. Nilai efisiensi pada air maksimum terdapat pada oven yang menggunakan kaca dan *styrofoam*. Efisiensi air pada oven yang menggunakan kaca dan *styrofoam* pada intensitas 137 W/m<sup>2</sup> sebesar 31.87% dan pada intensitas 880 W/m<sup>2</sup> sebesar 17.04%.

**Kata kunci :** Oven, simulator radiasi matahari, suhu, intensitas, efisiensi

### Abstract

In this study utilizing solar thermal radiation because the object being reviewed is heat, so that the resulting temperature is maximal. However, direct use of sunlight is not possible, because the weather changes are very fluctuating, therefore, in this study a solar radiation simulator was made as a direct substitute for solar radiation. This Sun oven is made of stainless steel, styrofoam, aluminum and glass. Data taken in the form of water temperature, temperature in the oven, ambient temperature, temperature of the glass, and intensity with 4 different oven treatments. This study aims to utilize solar thermal radiation as a source of heat energy by analyzing the effect of intensity on water temperature and temperature in the oven and the value of efficiency in water. The greater the intensity given, the higher the water temperature and temperature in the oven. Ovens that use glass and styrofoam produce a higher water temperature and oven temperature than the other three oven treatments, because the use of glass will trap the temperature in the oven and the use of styrofoam will hold the heat in the oven. The value of efficiency in maximum water is found in ovens that use glass and styrofoam. Water efficiency in the oven using glass and styrofoam at an intensity of 137 W/m<sup>2</sup> at 31.87% and at an intensity of 880 W/m<sup>2</sup> at 17.04%.

**Keywords:** Oven, solar radiation simulator, temperature, intensity, efficiency

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara tropis yang berada di daerah khatulistiwa, hal ini menyebabkan Indonesia memiliki potensi pemanfaatan energi surya. Energi surya merupakan energi yang berasal dari radiasi matahari, mudah didapatkan dari alam, tidak pernah habis(energi terbarukan), tidak mengakibatkan peningkatan emisi CO<sub>2</sub>, dan ramah lingkungan[1]. Penggunaan energi surya merupakan salah satu solusi untuk pengembangan pembangkit listrik di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik.

Pemanfaatan energi termal surya sudah banyak dilakukan, seperti kompor energi surya berbentuk parabola(kolektor) yang dilapisi aluminium foil(reflektor) dapat menangkap radiasi surya sekitar 500 W/m<sup>2</sup> sampai dengan 900 W/m<sup>2</sup> selama durasi waktu kurang lebih 3 jam, memiliki efisiensi maksimum 12%[4] dan kompor energi surya berbentuk piramida dengan air 5.2 kg menghasilkan suhu 60°C sampai 90°C dalam waktu 72 menit sehingga dapat digunakan untuk mendidihkan, mengukus, memanggang dan menggoreng(telur)[8]. Amerika merupakan negara yang mengembangkan *sun oven*, suhu yang dihasilkan

sekitar 87°C sampai 127°C dengan efisiensi sekitar 20%[12]. Sedangkan di negara India mengembangkan *hot box storage solar cooker* dengan suhu di atas 23°C dan menghasilkan efisiensi sekitar 27.5%[7].

Pada penelitian ini akan dibahas tentang pengukuran fluida yang berada di dalam oven. Oven ini menggunakan prinsip *solar thermal*, yaitu mengubah energi radiasi surya menjadi energi panas dengan bantuan kolektor, kemudian energi panas dari kolektor dialirkan ke fluida yang berada di daerah kolektor[5]. Kolektor tersebut berfungsi sebagai penyerap energi radiasi surya dan mengkonversikannya menjadi energi panas. Oven berbasis tenaga surya ini diharapkan ramah lingkungan, mudah digunakan, hemat energi dan hemat biaya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh intensitas terhadap suhu air dan suhu dalam oven, serta menganalisis nilai efisiensi dari oven yang dibuat.

## 2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1 Dasar Teori

#### 2.1.1 Radiasi Energi Surya

Energi surya merupakan energi radiasi elektromagnetik yang dipancarkan matahari ke bumi berupa cahaya dan panas matahari yang terdiri dari partikel energi surya yang kemudian dikonversikan dalam bentuk energi panas atau listrik[2]. Radiasi matahari berbentuk spektrum atau gelombang elektromagnetik bergerak dari matahari ke segala arah dengan kecepatan cahaya berbentuk tiga spektrum, yaitu radiasi gelombang pendek, radiasi tampak dan radiasi gelombang panjang. Radiasi gelombang panjang (*infra red*) dengan panjang gelombang  $> 0,7 \mu\text{m}$ , mempunyai efek termal (panas) sebanyak 50%[2]. Pengukuran intensitas pada penelitian ini menggunakan *solar power meter*. Intensitas energi surya dipengaruhi oleh waktu siklus perputaran bumi, dimana kondisi cuaca meliputi kualitas dan kuantitas awan, posisi garis lintang, dan pergantian musim. Karena faktor pergantian musim yang dimana cuaca sulit diperkirakan maka radiasi matahari diganti dengan simulator radiasi matahari. Simulator radiasi matahari terbuat dari 9 buah lampu pijar dimana satu lampu memiliki daya 100 watt. Lampu pijar dipilih untuk membuat simulator radiasi matahari karena lampu pijar memiliki radiasi gelombang panjang (*infra red*) lebih besar daripada lampu lain (seperti lampu LED). Saat dialiri arus listrik, filamen(resistor) tersebut menjadi sangat panas, berkisar antara 2800 derajat Kelvin hingga maksimum 3700 derajat Kelvin[15]. Ini menyebabkan warna cahaya yang dipancarkan oleh lampu pijar biasanya berwarna kuning kemerahan dan menghasilkan panas cukup tinggi disekitar lampu (*high temperature lamp*). Nilai rata-rata radiasi surya dalam lapisan atmosfer bumi sekitar  $1.353 \text{ W/m}^2$  dinyatakan sebagai konstanta surya dan permukaan bumi dapat menerima sekitar  $1000 \text{ W/m}^2$  pada saat cuaca cerah[3].

Energi yang diterima kolektor(aluminium):

$$Q_{\text{kol}} = A_{\text{kol}} \cdot I_r \quad (1)$$

#### 2.1.2 Oven Solar Thermal

*Solar thermal* yaitu teknologi konversi energi radiasi surya menjadi energi panas dengan menggunakan alat pengumpul panas(kolektor surya)[5]. Kolektor surya merupakan bahan utama dalam sistem *solar thermal* yang berfungsi mengumpulkan dan menyerap radiasi sinar matahari yang kemudian mengkonversinya menjadi energi panas. Ketika cahaya matahari menimpa absorber pada kolektor surya, sebagian cahaya akan dipantulkan kembali ke lingkungan dan sebagian besar lagi akan diserap dan diubah menjadi panas. Panas tersebut dipindahkan kepada fluida yang bersirkulasi di dalam kolektor surya kemudian dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan panas. Beberapa contoh pemanfaatan teknologi *solar thermal*, seperti pemanas air rumah tangga atau bangunan, pengering hasil pertanian atau perkebunan atau kelautan, memasak, pembangkit listrik tenaga termal surya, dan sebagainya.

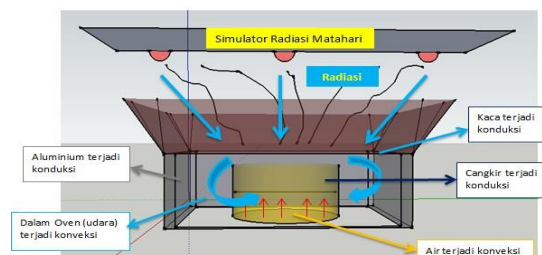
Berikut adalah rumus untuk mengetahui energi yang diterima oleh air:

$$Q_{\text{air}} = m_{\text{air}} \cdot C_p \cdot \Delta T_{\text{air}} \quad (2)$$

#### 2.1.3 Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan suatu keadaan berpindahnya energi panas dari suatu daerah ke daerah lain sebagai akibat dari perbedaan suhu diantara kedua daerah tersebut. Pada proses perpindahan panas diperlukan pemasukan atau pengeluaran kalor untuk mencapai dan mempertahankan keadaan yang dibutuhkan sewaktu proses berlangsung.

Berikut adalah pemodelan perpindahan panas pada alat yang telah dibuat:



Gambar 2.1 Perpindahan panas pada alat oven

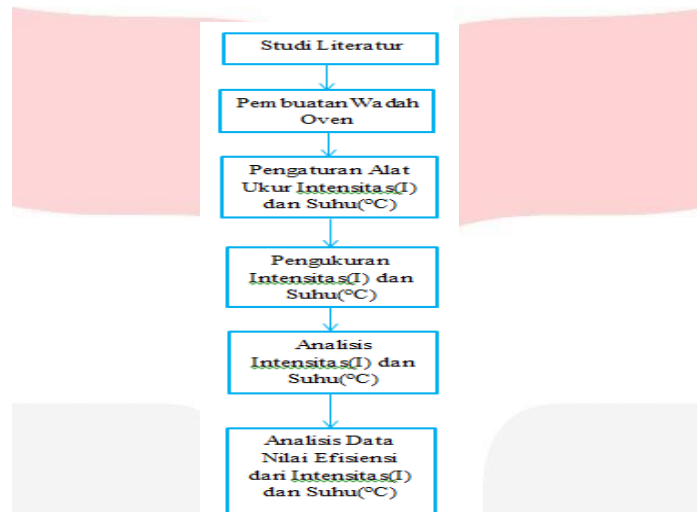
### 2.1.4 Termokopel

Termokopel adalah salah satu sensor suhu yang bekerja berdasarkan efek Seebeck yang menyatakan jika kedua material konduktor yang berbeda dihubungkan dan membentuk *junction*, maka akan menghasilkan perbedaan tegangan jika terdapat perbedaan temperatur pada kedua *junction* tersebut[9]. Pengukuran suhu yang digunakan pada penelitian ini menggunakan termokopel tipe K. Termokopel tipe K memiliki respon yang cepat terhadap perubahan suhu, rentang suhu operasionalnya luas berkisar antara -200 sampai 1200°C dan tahan terhadap getaran[6][9]. Termokopel tipe K terdiri dari bahan logam konduktor positif terbuat dari Nichel-Chromium dan bahan logam konduktor negatif terbuat dari Nichel-Aluminium[10]. Display *datalogger* termokopel yang digunakan memiliki empat *channel* pengukuran.

## 2.2 Metodologi Penelitian

### 2.2.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini memiliki diagram alir penelitian yang harus dilakukan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Diagram Alir Penelitian

Data yang diambil adalah intensitas dan suhu. Pengambilan data suhu menggunakan *datalogger* yang diatur *sampling interval* 2 menit supaya data yang didapatkan signifikan. Waktu pengambilan data suhu dan intensitas dilakukan setiap 1 jam. Setiap 1 jam dilakukan perubahan intensitas lampu dengan menggunakan *dimmer*. Suhu awal sebelum mulai pengukuran antara 25°C sampai 25.9°C. Simulator radiasi matahari terbuat dari 9 buah lampu dengan daya masing-masing lampu 100 watt. Pengambilan data ada 4 macam yaitu saat oven memakai kaca dan *styrofoam*, oven memakai kaca dan tanpa *styrofoam*, oven tanpa kaca dan memakai *styrofoam*, oven tanpa kaca dan tanpa *styrofoam*. Data hasil pengukuran disimpan pada Microsoft Excel dan dipetakan dalam bentuk grafik. Setelah data intensitas dan suhu diperoleh maka dilakukan perhitungan nilai efisiensi yang dihasilkan dari data tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan menganalisis nilai efisiensi yang dihasilkan dari sistem oven yang telah dibuat.

### 2.2.2 Alat dan Bahan

Pada keseluruhan penelitian yang dilakukan menggunakan peralatan dan bahan sebagai berikut:

Tabel 1. Bahan yang digunakan

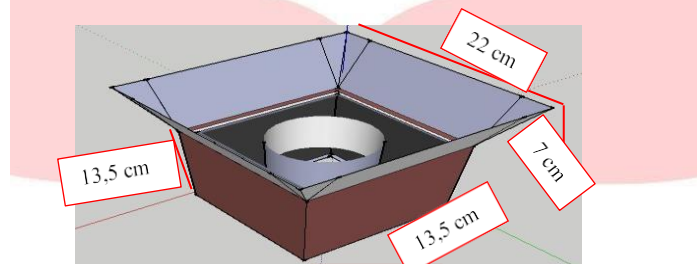
No	Nama	Fungsi
1	Stainless steel	Lapisan oven paling luar
2	Styrofoam	Lapisan tengah oven sebagai isolator
3	Aluminium	Lapisan dalam sebagai kolektor
4	Kaca oven	Penutup oven
5	Cangkir	Tempat menaruh air
6	Pilok	Memberi warna hitam pada aluminium(dalam oven)
7	Solatip hitam(lakban)	Melekatkan aluminium(samping kaca)

Tabel 2. Alat yang digunakan

No	Nama	Fungsi
1	Solar power meter SOLAR-100	Mengukur intensitas
2	Termokopel HE804 tipe K	Mengukur suhu dengan menggunakan <i>datalogger</i>
3	Laptop	Menyimpan dan mengolah data
4	Timbangan digital	Menimbang massa cangkir dan air
5	Alat las	Membuat oven

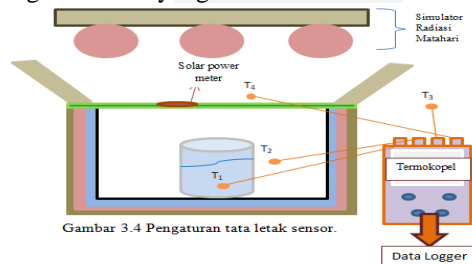
### 2.2.3 Sistematika Penelitian

Perancangan wadah oven terbuat dari tiga lapisan yaitu *stainless steel* (lapisan luar) dengan ukuran panjang, lebar, tinggi 13.5 cm×13.5 cm×13.5 cm, *styrofoam* (lapisan tengah) ukurannya disesuaikan dengan ukuran *stainless steel* yaitu 13 cm×13 cm×12.4 cm, dan lembaran aluminium (lapisan dalam) yang ukurannya disesuaikan dengan ukuran *styrofoam* (10 cm×10 cm×11.5 cm). Bagian atas diletakkan kaca bening yang berukuran persegi 13.5 cm×13.5 cm. Pada bagian samping wadah oven diberi aluminium yang berukuran 22 cm×7 cm dengan sudut 60°. Bagian dalam wadah tersebut dilapisi dengan bahan yang terbuat dari aluminium yang dimana aluminium tersebut berfungsi sebagai kolektor untuk mengalirkan energi panas ke air dalam gelas. Dalam wadah oven tersebut diletakkan cangkir yang berisi air. Cangkir tersebut terbuat dari baja karbon bersifat konduktor yang memiliki ukuran diameter 7.5 cm dan tinggi 7 cm. Bagian dalam oven dicat warna hitam (bagian kolektor) yang berfungsi untuk menyerap radiasi energi surya.



Gambar 2.3 Rancangan wadah oven

Sensor intensitas yang digunakan pada penelitian ini adalah *pyranometer* yang terdapat pada *solar power meter*. Sensor ini berfungsi untuk mengukur nilai intensitas yang diterima oleh sistem oven. Wadah oven diletakkan di bawah simulator radiasi matahari yang intensitasnya diatur dengan menggunakan *dimmer*. Jarak lampu ke kaca oven sekitar 19 cm. *Solar power meter* diletakkan di bagian atas kaca yang menutupi oven. Pengukuran suhu dengan menggunakan termokopel tipe K. Display termokopel ini memiliki 4 *channel*. Pengukuran suhu dilakukan pada empat daerah penelitian yaitu suhu air, suhu dalam wadah oven, suhu lingkungan dan suhu atas kaca. Termokopel yang digunakan dapat mengidentifikasi langsung nilai suhu yang diteliti dalam bentuk °C.



Gambar 2.4 Pengaturan tata letak sensor

Berikut rumus untuk menghitung nilai efisiensi ( $\eta$ ) pada air:

$$\eta = \frac{m \cdot C \cdot \Delta T_{\text{air}}}{I \cdot A \cdot \Delta t} \times 100\% \quad (3)$$

keterangan:

$m_{\text{air}}$  adalah massa air (kg)

$C_{\text{air}}$  adalah kalor jenis air (4.200 Joule/kg°C)

$\Delta T$  adalah perubahan suhu (°C)

$\Delta t$  adalah perubahan waktu (sekon)

$I$  adalah intensitas radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>)

Data yang diambil akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik sehingga dapat dengan mudah didapatkan nilai efisiensi.

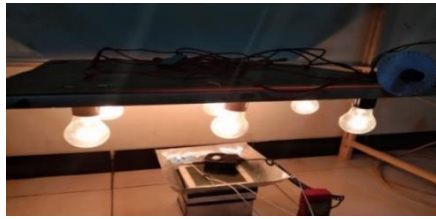
## 3. Pembahasan

### 3.1 Alat Oven dengan Simulator Radiasi Matahari

Simulator radiasi matahari terbuat dari 9 buah lampu pijar yang masing-masing lampu memiliki daya 100 watt. Lampu pijar diletakkan di triplek yang berukuran 60 cm×53 cm. Lampu pijar disusun secara paralel dengan jarak dari lampu ke lampu adalah 19 cm. Semua lampu pijar dihubungkan ke *dimmer*. *Dimmer* ini berfungsi untuk mengatur variasi intensitas. Variasi intensitas dibuat dari 0% sampai 100%. Setelah lampu pijar dan *dimmer* terpasang pada triplek maka selanjutnya ditaruh di penyangga. Penyangga ini berfungsi untuk mengatur ketinggian lampu untuk penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan ketinggian penyangga lampu 45 cm dari lantai dan jarak lampu ke kaca oven 19 cm. Oven yang sudah selesai dibuat kemudian diletakkan di bawah tengah simulator radiasi matahari dengan keadaan lingkungan terbuka.

Oven ini berukuran panjang, lebar, tinggi 13.5 cm×13.5 cm×13.5 cm. Bagian dalam oven terdapat cangkir yang berisi air. Sebelum melakukan pengambilan data, cangkir dan air ditimbang terlebih dahulu. Setelah ditimbang didapatkan massa cangkir 53 gram dan massa air 90 gram, sehingga massa total 143 gram. Pengambilan data ada 4 macam yaitu saat oven memakai kaca dan *styrofoam*, oven memakai kaca dan tanpa *styrofoam*, oven tanpa kaca dan ada *styrofoam*, oven tanpa kaca dan tanpa *styrofoam*. Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas terhadap suhu air dan suhu udara dalam oven serta menganalisis nilai efisiensi dari oven yang telah dibuat di Laboratorium Kontrol dan Sistem Energi. Efisiensi ini ada 4 macam perlakuan yang nantinya akan dianalisis mengenai masing-masing efisiensi yang dihasilkan, seperti efisiensi mana yang lebih bagus.



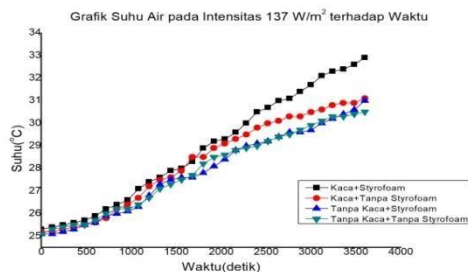


Gambar 3.1 Alat oven dengan simulator radiasi matahari

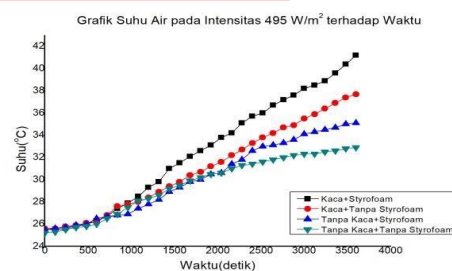
### 3.2 Hasil Pengukuran Suhu dan Intensitas dengan Variasi Input Intensitas

Data yang diambil berupa suhu air, suhu dalam oven, suhu lingkungan, suhu atas kaca dan intensitas. Pengambilan data ada 4 macam yaitu saat oven memakai kaca dan *styrofoam*, oven memakai kaca dan tanpa *styrofoam*, oven tanpa kaca dan ada *styrofoam*, oven tanpa kaca dan tanpa *styrofoam*. Pengambilan data suhu dengan menggunakan *datalogger* termokopel HE804 tipe K yang *interval sampling*nya diatur 2 menit selama 1 jam dan data intensitas menggunakan solar power meter SOLAR-100. Suhu awal sebelum mulai pengukuran antara 25°C sampai 25.9°C.

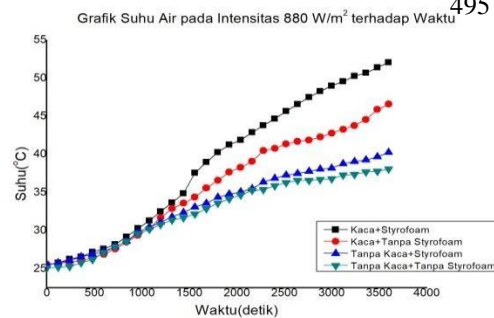
a. Grafik suhu air terhadap waktu dengan variasi intensitas.



Gambar 3.2 Grafik suhu air pada intensitas 137 W/m² terhadap waktu



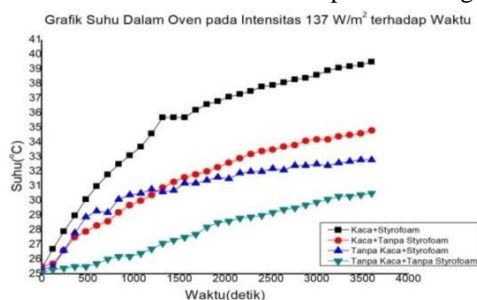
Gambar 3.3 Grafik suhu air pada intensitas 495 W/m² terhadap waktu



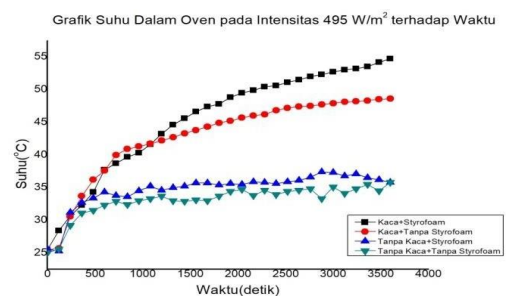
Gambar 3.4 Grafik suhu air pada intensitas 880 W/m² terhadap waktu

Pada gambar 3.2 adalah suhu air pada intensitas terendah (137 W/m²), gambar 3.3 adalah suhu air pada intensitas sedang (495 W/m²) dan gambar 3.4 adalah suhu air pada intensitas tertinggi (880 W/m²). Dapat dilihat pada gambar 3.2, 3.3 dan 3.4, untuk intensitas tertinggi sangat jelas terlihat beda rentang suhu airnya dengan 4 perlakuan oven yang berbeda, pada grafik tersebut juga menunjukkan oven memakai kaca dan *styrofoam* memiliki suhu air lebih besar daripada oven yang tidak memakai kaca dan tidak memakai *styrofoam*. Pemakaian kaca akan memerangkap suhu yang ada dalam oven dan pemakaian *styrofoam* akan mempertahankan panas yang ada dalam oven.

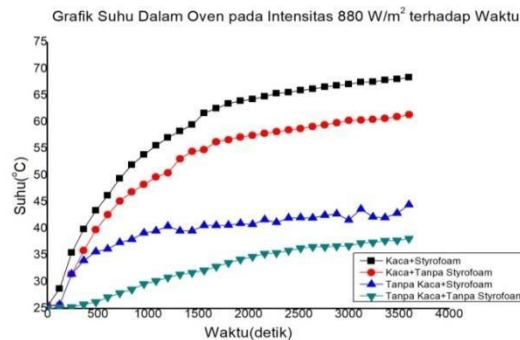
b. Grafik suhu dalam oven terhadap waktu dengan variasi intensitas.



Gambar 3.5 Grafik suhu dalam oven pada intensitas 137 W/m² terhadap waktu



Gambar 3.6 Grafik suhu dalam oven pada intensitas 495 W/m² terhadap waktu

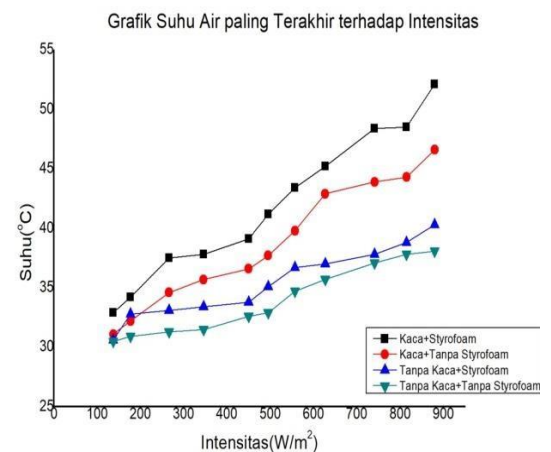


Gambar 3.7 Grafik suhu dalam oven pada intensitas 880 W/m<sup>2</sup> terhadap waktu

Pada gambar 3.5 adalah suhu dalam oven pada intensitas terendah(137 W/m<sup>2</sup>), gambar 3.6 adalah suhu dalam oven pada intensitas sedang(495 W/m<sup>2</sup>) dan gambar 3.7 adalah suhu dalam oven pada intensitas tertinggi(880 W/m<sup>2</sup>). Dapat dilihat pada gambar 3.5, 3.6 dan 3.7, untuk intensitas tertinggi sangat jelas terlihat beda rentang suhu dalam ovennya dengan 4 perlakuan oven yang berbeda, pada grafik tersebut juga menunjukkan oven yang memakai kaca dan *styrofoam* memiliki suhu yang lebih besar daripada oven yang tidak memakai kaca dan tidak memakai *styrofoam*, hal ini terjadi karena oven yang dalam keadaan tertutup tidak mudah dipengaruhi oleh lingkungan dan pemakaian kaca akan memerangkap suhu yang ada dalam oven dan pemakaian *styrofoam* akan mempertahankan panas yang ada dalam oven. Semakin besar intensitas yang diberikan maka suhu air dan suhu dalam oven akan semakin besar atau panas, karena semakin besar intensitas maka radiasi infra merah pada lampu akan semakin besar sehingga panas yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Tabel 3.1 Data suhu air setelah 1 jam pengambilan data

No	Intensitas (W/m <sup>2</sup> )	Kaca+ Styrofoam (°C)	Kaca+ Tanpa Styrofoam (°C)	Tanpa Kaca+ Styrofoam (°C)	Tanpa Kaca+ Tanpa Styrofoam (°C)
1	137	32.9	31.1	30.6	30.5
2	177	34.2	32.2	32.8	30.9
3	266	37.5	34.6	33.1	31.3
4	346	37.8	35.7	33.4	31.5
5	450	39.1	36.6	33.8	32.6
6	495	41.2	37.7	35.1	32.9
7	557	43.4	39.8	36.7	34.7
8	627	45.2	42.9	37	35.7
9	741	48.4	43.9	37.8	37.1
10	815	48.5	44.3	38.8	37.8
11	880	52.1	46.6	40.3	38.1



Gambar 3.8 Grafik suhu air paling terakhir pengambilan data terhadap intensitas

Berdasarkan tabel 3.1, pada intensitas 880 W/m<sup>2</sup> suhu air paling tinggi setelah 1 jam pengambilan data terdapat pada perlakuan oven yang memakai kaca dan *styrofoam* yaitu sebesar 52.1°C, sedangkan suhu yang paling kecil terdapat pada perlakuan oven yang tidak memakai kaca dan tidak memakai *styrofoam* sebesar 38.1°C. Pada gambar 3.8, menunjukkan jika intensitas dinaikkan maka suhu air juga mengalami kenaikan atau semakin panas. Dalam penelitian ini suhu udara dalam oven lebih besar suhunya dibandingkan suhu air, karena udara lebih cepat mengalami proses konveksi daripada air. Pada proses pemanasan air, air yang lebih dekat dengan sumber panas memiliki suhu yang lebih tinggi dibanding air yang lebih jauh dari sumber panas[15]. Akibat kenaikan suhu tersebut, maka akan terjadi kenaikan tekanan, sehingga air yang suhunya lebih tinggi akan bergerak ke air yang suhu dan tekanannya lebih rendah dan terjadilah perpindahan panas antar molekul air tersebut[15].

### 3.3 Hasil Perhitungan Nilai Efisiensi

Setelah data suhu dan intensitas didapatkan maka selanjutnya dilakukan perhitungan nilai efisiensi.

Untuk mendapatkan luas permukaan oven:

$$A = p \times l$$

$$= 13.5 \text{ cm} \times 13.5 \text{ cm}$$

$$= 182.25 \text{ cm}^2$$

$$A = 0.018225 \text{ m}^2$$

Rumus efisiensi pada air:

$$\eta = \frac{m \cdot C \cdot \Delta T_{\text{air}}}{I \cdot A \cdot \Delta t} \times 100\%$$

$$C_{\text{air}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$t = 3600 \text{ sekon}$$

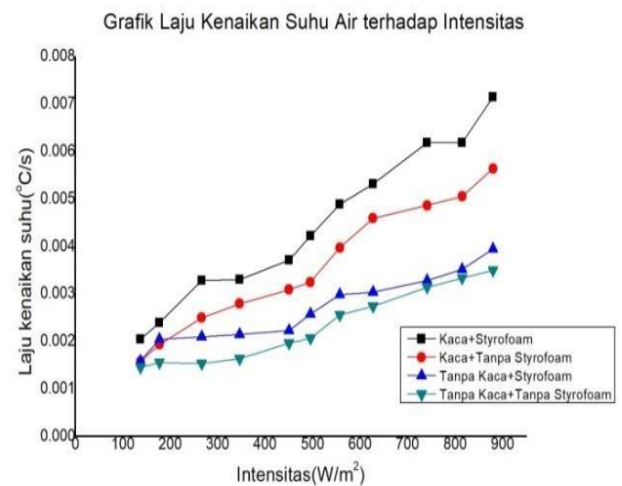
$$m_{\text{air}} = 0.09 \text{ kg}$$

$$m_{\text{cangkir}} = 0.053 \text{ kg}$$

$$m_{\text{air}} + m_{\text{cangkir}} = 0.143$$

Tabel 3.2 Data laju kenaikan suhu air rata-rata

No	Intensitas (W/m <sup>2</sup> )	Kaca+ Styrofoam (°C/s)	Kaca+ Tanpa Styrofoam (°C/s)	Tanpa Kaca+ Styrofoam (°C/s)	Tanpa Kaca+ Tanpa Styrofoam (°C/s)
1	137	0.002043	0.001586	0.001586	0.001451
2	177	0.002392	0.001935	0.002043	0.001559
3	266	0.003279	0.0025	0.002096	0.001532
4	346	0.003306	0.002795	0.002150	0.001639
5	450	0.003709	0.003091	0.002231	0.001962
6	495	0.004220	0.003252	0.002580	0.002069
7	557	0.004892	0.003978	0.002983	0.002553
8	627	0.005322	0.004596	0.003037	0.002741
9	741	0.006182	0.004865	0.003279	0.003145
10	815	0.006182	0.005053	0.003521	0.003333
11	880	0.007150	0.005645	0.003951	0.003494

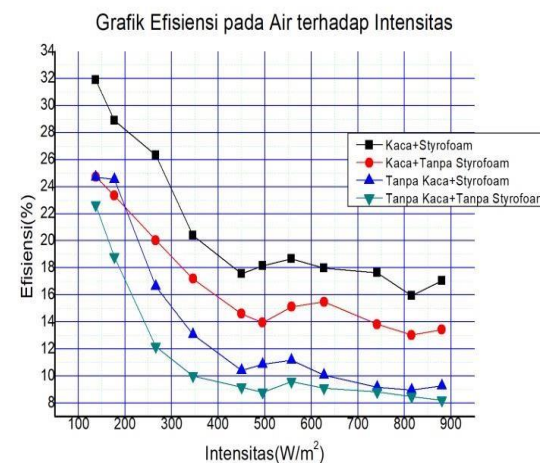


Gambar 3.9 Grafik laju kenaikan suhu air

Pada tabel 3.2 dan gambar 3.9, menunjukkan nilai laju kenaikan suhu air rata-rata, semakin besar nilai intensitas maka laju kenaikan suhu air juga akan semakin besar. Hal ini akan membuat air cepat mengalami proses pemanasan. Laju kenaikan suhu air lebih besar terdapat pada oven diberikan perlakuan memakai kaca dan styrofoam. Hal ini terjadi, karena oven yang memakai kaca akan memerangkap suhu panas dan pemakaian styrofoam akan mempertahankan panas yang ada di dalam oven sehingga suhu air akan lebih maksimal. Besar kecilnya suhu air akan mempengaruhi hasil nilai efisiensi.

Tabel 3.3 Data efisiensi pada air

No	Intensitas (W/m <sup>2</sup> )	Kaca+ Styrofoam (%)	Kaca+ Tanpa Styrofoam (%)	Tanpa Kaca+ Styrofoam (%)	Tanpa Kaca+ Tanpa Styrofoam (%)
1	137	31.87	24.73	24.70	22.65
2	177	28.87	23.33	24.54	18.81
3	266	26.32	20.05	16.62	12.20
4	346	20.38	17.20	13.08	10.00
5	450	17.55	14.61	10.41	9.17
6	495	18.14	13.96	11.89	8.79
7	557	18.66	15.13	11.17	9.59
8	627	17.98	15.49	10.08	9.13
9	741	17.64	13.84	9.19	8.84
10	815	15.96	13.04	8.96	8.50
11	880	17.04	13.44	9.29	8.23



Gambar 3.10 Grafik efisiensi pada air

Pada tabel 3.3 dan gambar 3.10, efisiensi air cenderung mengalami penurunan hal ini terjadi karena pada efisiensi air dipengaruhi oleh massa sisa air, perubahan suhu air dan perubahan intensitas. Efisiensi pada oven yang memakai kaca dan *styrofoam* menunjukkan efisiensi yang lebih besar daripada ketiga perlakuan oven lainnya. Oven yang memakai kaca dan *styrofoam* akan lebih memaksimalkan suhu air sehingga suhu air tidak terpengaruh oleh lingkungan sehingga panasnya maksimal. Sedangkan efisiensi pada oven yang tidak memakai kaca dan tidak memakai *styrofoam* menunjukkan efisiensi yang kecil, karena tidak adanya kaca dan *styrofoam* membuat suhu air akan lebih besar terpengaruh oleh lingkungan. Pada sistem oven terjadi proses evaporasi, sehingga kalau oven tidak ditutup dengan kaca maka massa air yang terevaporasi akan semakin banyak, maka agar air yang terbuang tidak semakin banyak maka oven harus di beri kaca sebagai penutup. Kaca di penelitian ini berfungsi agar memerangkap suhu panas yang ada di dalam oven dan pemakaian *styrofoam* berfungsi untuk mempertahankan panas agar suhu yang dihasilkan maksimal. Semakin besar intensitas yang diberikan maka akan semakin besar juga proses evaporasi yang terjadi.

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar intensitas yang diberikan maka suhu air dan suhu dalam oven akan semakin besar atau panas. Oven yang memakai kaca dan *styrofoam* menghasilkan suhu air dan suhu dalam oven yang lebih besar dibandingkan dengan ketiga perlakuan oven lainnya, karena pengaruh pemakaian kaca dan *styrofoam*. Pemakaian kaca akan memerangkap suhu yang ada dalam oven dan pemakaian *styrofoam* akan menahan panas yang ada dalam oven.
2. Nilai efisiensi air maksimum terdapat pada oven yang menggunakan kaca dan *styrofoam*. Efisiensi air pada oven yang menggunakan kaca dan *styrofoam* untuk intensitas 137 W/m<sup>2</sup> sebesar 31.87% dan pada intensitas 880 W/m<sup>2</sup> sebesar 17.04%. Oven yang dalam keadaan tertutup akan lebih memaksimalkan suhu air. Semakin besar intensitas yang diberikan maka nilai efisiensi air akan cenderung menurun.

#### Daftar Pustaka:

- [1] Prianto.E, "Rumah Tropis Hemat Energi Bentuk Kepedulian Global Warming," Riptek, Vol.1, No.1, pp.2-8, Nov.2007.
- [2] Hasnawiya.H, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi," Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan, Vol.10, No.2, pp.169-172, Jul-Des.2012.
- [3] Saiful Manan, "Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Efisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia," Universitas Diponegoro, pp.31-33.
- [4] Marwani, "Potensi Penggunaan Kompor Energi Surya untuk Kebutuhan Rumah Tangga," Prosiding Seminar Nasional AVoER, Vol.3, No.8, pp.86-88, Okt.2011.
- [5] Ahmad, Senoadi. (2015, Maret). Pemanfaatan Panas Energi Matahari (Solar Thermal)[online]. Available: [www.energi-ku.com/2015/03/pemanfaatan-panas-sinar-matahari-solar.html](http://www.energi-ku.com/2015/03/pemanfaatan-panas-sinar-matahari-solar.html)
- [6] S. K. Estiko Rijanto, Rachman Soleh, "Rancang Bangun Pengkondisi Sinyal Termokopel Tipe K yang Mudah Di Tuning," PPI-KIM LIPI, Serpong, pp. 201–211, 2004.
- [7] Nahar, N.M, "Performance and Testing of a Hot Box Storage Solar Cooker," Energy Conversion and Management, India, No.44, pp.1328-1330, Jan-May.2002.
- [8] I.L.Mohammed, U.J.Rumah, and A.T.Abdulrahim, "Performance Testing Of a Truncated Pyramid Solar Thermal Cooker," IJERA, Vol.3, No.4, pp.1174-1175, Jul-Augst 2013.
- [9] Nurhalim, Ichwan, "Rancang Bangun dan Pengujian Unjuk Kerja Alat Penukar Kalr Tipe Serpentine pada Split Air Conditioning Water Heater," Universitas Indonesia, Depok, pp.29, Jun 2010.
- [10] Santoso, Fajar. (2012, Juni). Berbagai Tipe Thermocouple. Available: [www.maniacinstrument.wordpress.com/2012/06/06/berbagai-tipe-thermocouple.html](http://www.maniacinstrument.wordpress.com/2012/06/06/berbagai-tipe-thermocouple.html)
- [11] Ananto, Bayu, "Simulasi Perambatan Cahaya pada Serat Optik," Universitas Diponegoro, Semarang, pp.1-3, 2011.
- [12] The All American Sun Oven. Sun Oven the Ultimate Solar Appliance. Available: <http://www.sunoven.com/all-american-sun-oven/>
- [13] Buchori, Luqman, "Perpindahan Panas," Universitas Diponegoro, Semarang, pp.7-8, 2004.
- [14] Wahyuningsih, Agustin. Ukuran ideal untuk mandi air panas. Available: <https://www.brilio.net/life/-ini-lho-ukuran-temperatur-ideal-mandi-air-panas-151018z.html>
- [15] Arief, Wara. Fisika: Lampu Pijar. Available: <https://ariefwara.files.wordpress.com/2010/11/lampu.pdf>